LOS MANANTIALES Y BOCATOMAS QUE ALIMENTABAN EL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE CHURAJON

Por: Paul Jofrey Zeballos (Arqueólogo) **ENERO 2026**
paul130uz@yahoo.com

(Fig. 1) Ladera del extremo sur-este del nevado Pichu Pichu. La montaña que sonríe.

Los manantiales, bocatomas a través de canales que alimentaban el Complejo Arqueológico de Churajon se encontraban en la vertiente del pacifico específicamente en la ladera del nevado Pichu Pichu extremo sur-este (Fig. 1), entre las localidades actuales de Aguabuena, Totorani y Talamolle, en toda esta extensión de terreno brotan muchos ojos de agua, provenientes del deshielo del mencionado nevado y la laguna de Salinas. Estos ojos de agua actualmente son aprovechados por los pobladores de las localidades existentes entre estas tres localidades mencionadas, inclusive llegan a forman pequeños riachuelos como el rio Poroto entre otros. Este trabajo de investigación es la continuación de El SISTEMA HIDRÁULICO EN EL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE CHURAJON, acerca de bocatomas y manantiales. El sistema de captación de agua fue por gravedad, este sistema por gravedad, funciona cuando la fuente de agua que se encuentra por encima a una altitud mayor del lugar o punto de aprovechamiento (Agüero R, 2004: 6). La gravedad es el conductor principal para el transporte del agua (NDSPRO, 2007: 6). El complejo arqueológico se encuentra a una altura máxima aproximada de 3200 m.s.n.m. Estos puquios de agua se encuentran en diferentes niveles de altitud entre 3400 y 3600 m.s.n.m. Es impresionante ver como brotan esta cantidad de agua entre 10 y 60 Lt/seg, existiendo muchos de estos manantiales, cuyas aguas son canalizadas en reservorios, en la más pura tradición antigua tradicional y que actualmente tienen algunas modificaciones con concreto armado principalmente en las compuertas. La cantidad de agua es impresionante especialmente durante esta temporada de seca (abril - diciembre) donde no se presenta mucha agua. En épocas de lluvia (enero - marzo) la cantidad de agua debe ser el doble y posiblemente mucho más.

Para calcular la velocidad en litros por segundo dentro un canal en uso, se aplicó ciertos método y fórmulas matemáticas: “el método del flotador” el más común y efectivo actualmente utilizado. Ahora nosotros nos preguntemos ¿por que como arqueólogos tendremos que usar estos métodos modernos y cálculos matemáticos?, **La primera** es el poder demostrar que estos canales construidos con materiales tradicionales o rústicos fueron altamente resistentes y funcionales para su época, y para que eso ocurra debieron de aplicar fórmulas matemáticas para determinar el Angulo de inclinación adecuado y la resistencia de los materiales a utilizar. **La segunda** demostrar que estos pueblos prehispánicos tenían un alto grado de conocimiento de matemáticos y algunos instrumentos de medición que sirvieron, para el desarrollo y construcción de canales (Fig. 7, 8, 9) de grandes extensiones longitudinales de recorrido, **La tercera** es el poder saber la cantidad de agua que corrían por esos canales que hoy en día están en desuso y muchos enterrados, pero como podemos calcular ¿si no hay agua? Simple buscamos un trecho de canal actual con las mismas dimensiones y características y lo más importante tomamos la velocidad del agua, altura del agua y de allí aplicamos la formula y podemos obtener un aproximado del caudal de agua que recorría por dichos canales prehispánicos. Monseñor Leónidas Bernedo (1949) quien menciona: *“el canal que conducía el agua desde las caudalosas fuentes de la pampa de Uzuña, cerca del Pichu -Pichu, hasta la maravillosa andenería de Churajon. Este acueducto de primera magnitud, si se compara con todos las demás de la región irrigada, hace un recorrido de cerca de cuarenta kilómetros por colinas rocosa desiertos, torrenteras y profundas quebradas y al llegar a la ciudad mencionada se ramificaba e infinidad de canales menores que se extendían por la vasta región agrícola de miles de hectáreas”* (Bernedo L, 1949: 131). L. Bernedo se sintió muy impresionado por la extensión de canales y por donde recorrían dichos canales, colinas rocosas, torrenteras, etc. Para construir estos canales en estos lugares, el uso de matemáticas y de una ingeniería propia, fue innegable.

LA PRIMERA: Como hemos podido ver un artículo anterior (Zeballos P, 2025), donde se escribe: Una excesiva pendiente, aumenta la velocidad del agua y erosionaría el fondo del canal, mientras que la poca pendiente, disminuye la velocidad del agua, y provoca la acumulación rocas y tierra en el fondo (Ruiz J, 2019: 144). Los canales por donde transportaban el agua pudieron tener una mínima pendiente entre 2° y posible 4° grado de inclinación o quizás un poco más (NDSPRO, 2007: 3, 6) (Gonzales F. et al, 2014: 258, 266, 267) (Domínguez F, 1950: 2). Otros autores la mayoría de entre 0.20 m^3/s a 0.30 m^3/s (para canales de tierra), para evitar crecimiento de vegetación y acumulaciones por decirlo así, prefieren realizar los cálculos de la distancia por declives es decir cada 1000/9 m de pendiente, o 1000/7 m esto quiere decir que cada mil metros hay un declive de 7 m o 9 m; lo importante en esto es mantener un promedio excesivas de arenas y limos (sedimentos) en el cauce de los canales (Domínguez F, 1950: 3) (Varas E, Sandoval J, 1991: 10) (Ruiz J, 2019: 147) (Castro F, La Motta E, 2020: 58 – Tabla 3) (French R, 1988: 279), (Zeballos P, 2025: 2, 16). La pendiente de un tramo es negativa (que es lo que necesitamos para que el agua corra) o si es positiva u horizontal. Para ello, nos ayudaremos del mismo sistema que se utilizó desde siempre: dejaremos verter un poco de agua por el cauce y veremos el sentido que toma. En todo caso, la pendiente no debería exceder nunca de 2% o un 3% cada 1000 m. si fuera mayor, dispondremos de frenos o saltos realizados en piedra con el fin de aminorar la velocidad y la energía del agua, que pondrían en riesgo la integridad de la acequia" (Espín R. et al, 2010: 29) (Zeballos P, 2025: 3). Este tipo de desnivel en metros o grados de inclinación nos lleva afirmar que, los pueblos prehispánicos tenían un conocimiento de fórmulas matemáticas, por el hecho de que tenemos el resultado, que seria los canales de recorrido por más de 40 km de distancia serpenteado entre las curvas de nivel de los cerros hasta llegar al complejo arqueológico.

LA SEGUNDA: Para el desarrollo de estas estructuras hídricas definitivamente se tuvo que aplicar algún tipo de fórmulas y cálculos matemáticos, y también algún tipo de instrumentos rústicos o rudimentarios que pudieron ayudar al desarrollo de estos canales. Es posible que hayan utilizado también algún tipo instrumento como altímetro o algún método que les sirviera para determinar la altura, entre un punto y otro; pero en definitiva el instrumento o método que hayan utilizado les sirvió grandemente para determinar las alturas. ¡Podemos especular! Pero para determinar la altura se tuvo que tener un conocimiento de Mecánica de fluidos[1] especialmente en el uso del líquido elemento agua.

El tipo de materiales utilizaos correspondientes como piedras, mortero y champas de pasto, y que fueron muy resistentes a los desbordes de agua y la presión ejercida por el elemento agua. Para poder contrarrestar esta fuerza dinámica del agua, es que las fórmulas matemáticas ayudaron grandemente dándole a los canales la velocidad adecuada para mantener un flujo constante y así evitando rupturas de canales por exceso y presión de agua, y también la acumulación de materiales orgánicos e inorgánicos (Limos, restos vegetales, arenillas, gravas, etc.). El mantenimiento de los canales, periódicamente también ayudo a un buen funcionamiento de dichas estructuras, manteniendo así la perfección de las estructuras hidráulicas. Existe algunos saltos de agua activos donde podemos ver el curso del agua pasa de un nivel hacia otro así evitaban la fuerza del agua excesiva, que vaya a causar daños al canal (Fig. 9).

Según Hugo Pasinato dice: Fueron las civilizaciones que se desarrollaron en las regiones que hoy en día ocupan China-India, Mesopotamia-Babilonia y Egipto las que dieron origen al desarrollo de conocimiento sobre el manejo del agua y por lo tanto de los fluidos. Y la razón que motivo dicho desarrollo ha sido sin dudas la importancia del agua en el desarrollo de la vida. De donde se concluye también que la historia de la Mecánica de Fluidos es en cierto modo paralela a la historia de la civilización (Pasinato H, 2008: 7, 8).

El estudio o entendimiento de cómo funciona este líquido fundamental llamado agua, dio a tempranos desarrollos de pobladores de los Andes Sudamericanos como Caral (Perú), Valdivia (Ecuador) y San Agustín (Colombia), y desarrollos más tardíamente como los pobladores de la sociedad de Nazca, Tiwanaku-Wari, Churajon, Inca, Chimú, etc. el ¿cómo? y el ¿por qué? de este líquido elementó, de cómo funcionaba y pudieron comprender su mecánica y dinámica de movimiento en pequeñas y grandes cantidades de agua y sobre la base de la necesidad del manejo del agua como un fluido.

Gracias al entendimiento de este fluido (agua) y su mecánica, los pobladores antiguos pudieron crear y adaptar impresionantes obras de ingeniería hidráulica para un adecuado uso y desarrollo en beneficio de su propia sociedad cultural no solo en los andes; también en todo el mundo y en diferentes periodos de tiempo, siendo un legado el conocimiento adquirido de sociedades más antiguas a sociedades posteriores, desde entendimientos muy rudimentarios y básicos hasta llegar a establecer los primeros estudios y ciencias que nos ha llevado a crear toda una rama de la física que estudia los fluidos (líquidos, gases y plasmas) en movimiento, analizando su comportamiento y cómo interactúan con su entorno.

(1) Es una rama de la física que estudia el movimiento de los fluidos (líquidos y gases) y las fuerzas que los provocan. La mecánica de fluidos en los líquidos que estudia cómo estos se comportan en reposo (estática de fluidos) y en movimiento (dinámica de fluidos). Un fluido es una sustancia que puede deformarse continuamente bajo la aplicación de una fuerza de cizallamiento (es decir, una fuerza que actúa paralela a una superficie) sin mostrar resistencia permanente. En otras palabras, un fluido es cualquier sustancia que puede fluir y adaptarse a la forma de su contenedor (Pasinato H, 2008: 13) (Domingo A, 2011: 5, 6).

LA TERCERA: MÉTODOS, FORMULAS Y ECUACIONES MATEMÁTICAS
Estas simples ecuaciones nos ayudaran a calcular la cantidad de agua que fluyen por manantiales y canales y tener un aproximado, y poder decir de cuanto era el caudal que recorría por dichos canales en aquellos tiempos. Actualmente los manantiales son reutilizados por pobladores fuera del complejo arqueológico de Churajon (2025). El método que se utiliza es "el método del flotador"

$$Q = A \times Fv$$

dónde:
Q = es el caudal, en Lt/seg.
A = es el área, en m^3.
Fv = es el factor de velocidad.

Método: Elegir un sector del canal lo más recto y nivelado posible, y mide 10 metros o una medida menor dentro de este rango. Marca con alambre o cordel sobre el canal el inicio y el término del sector a medir. Lanzar el flotador al canal 3 metros antes de la primera medida, Cuando el flotador pasa por la primera medida se toma el tiempo que demora en recorrer los 10 metros. Cuando el flotador pasa por la segunda medida, se termina de tomar el tiempo. (Varas E, Sandoval J, 1991: 64, 65, 66, 69)

Supongamos que se hacen 5 mediciones **y** el flotador en recorrer 10 metros y se demora:

Medición	**1**	**:**	**6.9**	seg
Medición	**2**	**:**	**6.3**	seg
Medición	**3**	**:**	**6.6**	seg
Medición	**4**	**:**	**6.8**	seg
Medición	**5**	**:**	**6.5**	seg
Suma total		**:**	**33.1**	seg

El promedio total es 33.1 ÷ 5 = 6.62 seg. Que sería **Fv**.
Ejemplo: El canal tiene 10 m de largo, 1 m de ancho y 0.5 m de profundidad: 10×1×0.5 = **5** m^2 este sería el valor **A**

Paso 1: Mide las dimensiones de un tramo del canal
Largo: Mide la longitud del canal. Aconsejable en 10 m.
Ancho: Mide el ancho del canal en la parte superior.
Profundidad (o alto): Mide la profundidad del agua en el canal.

Paso 2: Calcula el volumen en metros cúbicos y litros.
Canal casi rectangular: Área = ancho canal× altura del agua ÷ 2.
1 m ancho x (por) Altura 0.5 m ÷ (dividido) entre 2 para canales en forma de RECTÁNGULO.

Canal casi trapezoidal: Área = base + ancho × altura del agua ÷ 2.
Altura del agua en canal 0.5 m + más altura x (por) la base o ancho 1 m ÷ (dividido) entre 2 para canales en forma de TRAPECIO. Total = 0.25 m^2 **(Caudal)**

Litros = Volumen (m^3) x 1000 Lt. Transformar metros cúbicos a litros. multiplicar por 1000 para obtener el volumen en litros, o convertir a decímetros cúbicos, donde: 1 dm^3 = 1 Lt. 1 litro equivale a un decímetro cúbico de agua (Un litro es 1 decímetro cúbico = 10 centímetros × 10 centímetros × 10 centímetros). 1 decímetro cúbico equivale a 1000 centímetros cúbicos. 1 litro de agua equivale a un kilogramo. La masa de un cuerpo no varía al variar la forma. **Ejemplo:** 5 m^3 × 1000 = 5000 litros.

Tipo de revestimiento	Factor correccion (FC)
Concreto	08
Tierra (Profundidad > 15 cm) (Mayor a)	07
Tierra (Profundidad < 15 cm) (Menor a)	0.25 a 0.5
Riachuelos	0.5

Para el **Factor de velocidad** de agua se divide la distancia 10 mt, entre el tiempo de demora 6.62 seg.
10 m ÷ 6.62 seg = 1.51 m/seg. **(Velocidad).**

Donde aplicamos la fórmula: **Q = A x Fv. Caudal** 0.25 m^2 x 1.51 m/seg = 0.3775 m^3. 0.3775 m^3 x 0.7 **(FC)** = 0.26425 m^3

1000 Lt x 0.26425 m^3 = 264.25 Lt/seg.

⬅ (Fig. 2) Cuadro de Factor de Corrección de diferentes tipos de canales y Riachuelos.

LOS MANANTIALES son impresionantes en las laderas este del nevado del Pichu Pichu, son pequeños, pero con una gran afluencia de agua (entre 10 y 60 Lt/seg, aproximado). El agua que sale del subsuelo es pura y cristalina. Estos se forman por la cantidad de lluvia o nieve, que trasmina de la montaña y la laguna de Salinas. La presión subterránea la obliga a emerger, la salida a superficie del agua subterránea está condicionada a los cambios de litología (contacto entre rocas permeables e impermeables), estructuras geológicas (fallas, fracturas, pliegues, diaclasas, etc.) y donde el acuífero se intercepta con la superficie (Peña F, 2018: 41).

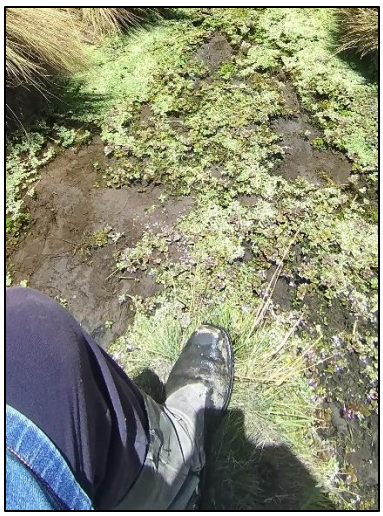
Existen diferentes tipos, como los permanentes (flujo constante) y los intermitentes (sólo fluyen en épocas de lluvia). En los manantiales de ladera, el agua aflora hacia la superficie por efecto de la gravedad; mientras que, en los manantiales de fondo, el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie por efecto del confinamiento del acuífero, que está a una presión mayor a la atmosférica. Si el afloramiento de agua es en un solo punto y sobre un área pequeña, se considera un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial de tipo difuso (Arias M, 2018: 2). En el complejo arqueológico de Churajon tenemos manantiales de ladera y concentrado, seria los que afloran de las paredes y del suelo siendo esta agua la que forma el riachuelo de la quebrada de Candabaya.

Los manantiales procedían de una altura de entre 3514 m (Timpure) y 3453 m (Chusumulle) m.s.n.m; en Aguabuena. Los manantiales existentes en las laderas del Pichu Pichu son de tipo permanentes (Fig. 3, 6), pero estos aumentan su caudal en época de lluvia (enero - marzo) y disminuye en época de seca (abril - diciembre), el flujo de agua es constante, estos manantiales tienen su afloramiento del suelo, es decir son manantiales de fondo. El conocimiento del tipo de afloramiento de agua nos ayuda a saber con qué tipo de manantiales estamos tratando y también como dato importante que dichos manantiales estuvieron allí desde siglos y que los antiguos Churajones los conocieron y supieron provecharlos tal y como lo hacen los pobladores actuales.

⬆ (Fig. 3) Nótese la cantidad de agua saliendo del suelo y que posteriormente es recolectada por los pobladores en pequeños reservorios y de allí es canalizada hacia sus centros urbanos y agrícolas. Una gran cantidad de plantas alto andinas al rededor y en su curso de agua. Ojo de Timpure, localidad de Aguabuena.

Ubicación	Distribución	Temporalidad
Ladera	Concentrado	Permanente
Fondo	Difuso	Intermitente (no permanente)

⬆(Fig. 4) Clasificación de tipo de manantiales por su afloramiento (ubicación), distribución y temporalidad. Tomado de (Arias M, 2018: 3).



⬆(Fig. 5) pequeño reservorio o estanque donde se recolecta el agua del manantial. este pertenece a la localidad de Aguabuena, ojo de Timpure.

⬅(Fig. 6) Nótese la cantidad de agua que se va saliendo hasta llegar al reservorio.

⬆ (Fig. 7) Nótese la cantidad de agua saliendo del reservorio tradicional donde la compuerta tradicional ha sido modificada por concreto y piedra, para una mayor dureza, pero el reservorio sigue siendo el mismo típico reservorio tradicional, utilizado desde tiempos prehispánicos.

⬆ (Fig. 8) Nótese la cantidad de agua cristalina mirándose el fondo con gravas y que esta canalizado en un simple canal excavado en el lecho del suelo, que se encuentra propenso a filtraciones hacia el subsuelo,

⬅ (Fig. 9) Nótese un pequeño salto de agua, para pasar de un nivel más alto hacia otro más bajo, causando una pequeña escorrentía y demostrando la cantidad de agua que sale de dicho manantial (30 Lt/seg, aproximados).

Actualmente los reservorios (Fig. 5) que hemos podido apreciar en uso conservan las mismas dimensiones de los existentes en el complejo arqueológico de Churajon, son pequeños entre 40 m y 20 m de largo por 20 m y 15 m de ancho. Pequeños reservorios que nos ayudan a contener y conservar el agua. Este tipo de reservorios servían para recolectar el agua saliente de los manantiales, donde el agua llenaba estos pequeños reservorios para luego ser canalizados y transportados a sus lugares de destino, como centros agrícolas y urbanos.

El tipo de materiales que empleaban hubiera sido un problema grande para la contención de la gran cantidad de metros cúbicos de agua acumulados (presión hidrostática) dentro del reservorio, debido a que ejerce una fuerza de empuje grande, hubiera creado riesgo de desembalse y destrucción en el área. Los tipos de materiales como piedras con juntas de mortero (greda) no eran adecuados para este tipo de mega estructuras y los antiguos pobladores, lo sabían y lo mejor era construir embalses y reservorios pequeños con materiales rústicos y típicos del lugar y que podían contener cierta cantidad de agua almacenada (Zeballos P, 2025: 22).

En el **sitio de Totorani** existe un total de 7 ojos de agua que lleva el mismo nombre y da una gran cantidad de agua, entre 60 Lt/seg (Peña F, 2018: 104) mínimo, con una altitud de 3,398 m.s.n.m. Es impresionante ver esta gran cantidad de agua que brota del cerro y que ha sido canalizada a través de bocatomas y estanques (reservorios) de recolección, muchos de estos actualmente son de concreto armado con compuertas de metal (fierro), pero según lo que vemos y observamos, en el pasado la afluencia de agua debió de ser mucho mayor; estas aguas sirven para regar las estancias y zonas agrícolas de Totorani y las pampas de San José. Existe la estación pesquera de truchas (criadero) de Totorani siendo uno de los más grande de Arequipa, es administrada por la comunidad de Polobaya, y tiene un uso diario de agua de entre 180 a 200 Lt/seg, (RNIA, 2020: 1) este aforo es debido a la gran cantidad de agua almacenada en las pici-granjas. Estas aguas terminan en un pequeño riachuelo que se forma en el área (Fig. 14, 15) y que alimenta de agua a las pampas de San José.

Según Fluker Peña nos dice: De acuerdo a las características permeables de la zona de recarga y la presencia de rocas fracturadas de la parte alta de la cuenca, donde se encuentran los depósitos volcánicos del estrato volcán Pichu Pichu, sus características fracturadas, sumadas a la meteorización y la presencia de material erosionado contribuyen a que las aguas de precipitación que tienen contacto con estos materiales adquieran predominancia químicas de cloruros y sulfatos, los que van a otorgar facies químicas con predominancias de sulfatada y clorurada. Las interacciones que adquiere el agua a lo largo de su recorrido contacto con materiales arcillosos, salinos, suelos erosionados meteorizados o alterados, le otorgaran una segunda predominancia Cálcica, Sódica Magnésica (Peña F, 2018: 80).
El complejo volcánico Pichu Pichu corresponde a un edificio volcánico de naturaleza elevada, que en la parte inmediata inferior se ubica una especie de altiplanicie que son depósitos vulcano sedimentarios altamente permeables, en la parte nor-oriental de este complejo se ubica la laguna Salinas, que viene a ser una cuenca endorreica y concentra todas las aguas superficiales y subterráneas en la laguna, la naturaleza del basamento de la laguna es semi-permeable (Peña F, 2018: 57).
La composición química del agua, que está compuesta de muchos minerales de los cuales mencionamos algunos, los más importantes, provenientes de aguas subterráneas de predominancia bicarbonatada cálcica (HCO3-Ca), sulfatada cálcica (SO4-Ca), sódico cálcica (SO4-Na) seguida de bicarbonatada sódica (HCO3-Na), sodio potasio (Na + K), cloruro y sulfato (CI + SO4) y Cloruradas Sódicas (Cl-Na) (Peña F, 2018: 78, 79, 80). Hay una alta concentración de CO2 debido a la respiración de organismos y la descomposición de la materia orgánica en las aguas (Fig. 3,6,17,18). Todos estos minerales los adquiere en los procesos de reducción, disolución en el agua y por el intercambio catiónico de las fases solidas de contacto y recorrido del agua por el subsuelo y al contacto con rocas volcánicas a través de su recorrido, que sería su fuente de alimentación y recarga. Estas aguas son provenientes de la parte interna y alta del nevado Pichu Pichu. Cabe señalar la claridad y transparencia del líquido, aguas muy cristalinas provenientes de estos manantiales.
Los **Manantiales de Talamolle** en la provincia de Puquina son colindantes con los de Totorani también presentan las mismas características de agua y minerales que los de Totorani y Aguabuena (Polobaya). Estos manantiales se ubican en el sector denominado Talamolle viejo, dando origen al rio de Talamolle (Fig. 16, 20), donde se ubicaron varias filtraciones de agua y dos manantiales importantes llamados Champamoko (Fig. 17,18) que tiene un estanque y canal de concreto, a una altura de 3620 m.s.n.m, este manantial tiene una afluencia de unos 20 Lt/seg de toda la recolección que se realiza de las filtraciones en el área. y uno segundo denominado de Huayllarani (Fig. 19), que tiene poca cantidad de agua por la estación de seca (marzo - diciembre) que se encuentra a la misma altitud, más o menos con una afluencia de entre 6 y 9 Lt/seg de agua. En este manantial se presenta un pequeño bofedal.

Esta gran cantidad de agua con su rica composición de mineral, pero en baja cantidad; fue la misma que se aprovechó hace más de 500 años atrás cuando los antiguos pobladores (Churajones) de esta área, supieron canalizar este recurso y lo llevaron hasta el mismo complejo arqueológico de Churajon. No creo que los antiguos Churajones hayan tenido un conocimiento técnico exacto de la composición mineral, pero si conocían el beneficio de estas aguas cristalinas y saludables para ellos, sus animales y plantas.
El agua mineral beneficia al cuerpo humano y animal al aportar electrolitos y minerales (calcio, magnesio, potasio, etc.) que mejoran la hidratación, la función nerviosa y muscular, la digestión y la salud ósea, ayudando a reponer lo perdido y apoyando funciones vitales. Para las plantas, estos minerales aportan en su desarrollo molecular. Ayuda en el transporte de nutrientes del suelo a las hojas, potenciando su crecimiento saludable y fuerte, manteniendo la fotosíntesis y turgencia celular para que estén frescas y firmes.

Cabe recalcar que el agua era un elemento sagrado, ha sido y es el agua, uno de los recursos más utilizados desde el punto de vista cultural, ritual y ceremonial en las sociedades y naciones andinas, tanto del presente como del pasado. El culto al agua fue una necesidad sagrada en las sociedades andinas del pasado (Zeballos P, 2025: 5). Dentro de las jerarquías divinas ocupan prominente lugar los dioses del agua, de las lluvias, de las

tempestades (Carrión R, 2005: 19). Periódicas romerías se hacían a las lagunas y manantiales, donde se realizaban importantes ceremonias destinadas a conseguir agua y buenas cosechas. A estas llegaba la "pareja" de niños o adolescentes que personificaban al sol y la luna (Carrión R, 2005: 23).

A la fecha se ha podido observar fragmentos de canales antiguos abandonados que llevaban el agua hacia dicho complejo arqueológico de Churajon, debieron de existir entre 2 y 3 canales madre o principales que llevan dicho líquido elemento (agua). Estos canales están cerca de Totorani y Talamolle, en futuras investigaciones hablaremos más acerca de estos canales fuera del complejo arqueológico.

(Fig. 14) el manantial de Totorani, nótese la gran afluencia de agua, este manantial en este caso ha sido canalizado (concreto moderno) inclusive en su mismo ojo de agua, que sería la caseta de color azul, estas aguas dan vida a la pici - granja de Totorani que tiene un consumo de agua de entre 180 y 200 Lt/seg, y es un criadero de Truchas. En la foto de la parte inferior izquierda, se puede ver algunos flujos de agua como salen del cerro.

(Fig. 15) La gran cantidad de agua (60 Lt/seg) salida del manantial de Totorani, que alimenta las partes bajas, que sería la pampa de San José y la represa de Uzuña. Conocido como Río Totorani, que se une con el río Uzuña para formar el río Polobaya, siendo esta confluencia la que alimenta la represa actual de Uzuña (siendo el principal el de Totorani). Estos ríos o riachuelos todos son formados por manantiales provenientes del nevado Pichu Pichu.

⬅ (Fig. 16) Rio o riachuelo de Talamolle, registran valores promedio y estacionales, como promedios en años secos de unos 15 Lt/seg, años medios de 20 Lt/seg, y húmedos posiblemente de 30 Lt/seg. (datos propios).

⬆ (Fig. 17) Manantial de Champamoko una filtración mediana en Talamolle viejo. Nótese las plantas que producen CO2 (gas carbónico) debido a la respiración de organismos y la descomposición de la materia orgánica en las aguas.

⬅ (Fig. 18) Tres ojos de agua ubicados en la zona de Talamolle viejo, muy cerca al manantial denominado de Champamoko, con una baja cantidad de agua que brota del subsuelo. Todas estas aguas son recolectadas atreves de canales y tuberías y que sirven para el regadío y consumo humano de la población de Talamolle.

(Fig. 19) agua proveniente del manantial de Huayllarani muy poca por ser la estación de seca (4 Lt/seg) y que se activan en época de lluvia (15 a 20 Lt/seg). ➡

(Fig. 20) Riachuelo que se forma de los remanentes de los manantiales en Talamolle viejo, y que su parte más baja forma el rio de Talamolle. ➡

LAS COMPUERTAS estaban adosadas a la cámara de captación o reservorios y eran las encargadas de regular el flujo de agua en los canales. Las compuertas eran piedras y champas, y se movían dentro y fuera del canal, montando las piedras una encima de otras, con las champas en el medio como unión y que daba cierta impermeabilidad a la compuerta. Actualmente las estructuras de las compuertas de muchos reservorios han sido modificadas con piedra y concreto y utilizando como compuerta una plancha de metal o un tapón de madera o concreto, en la base hay un hueco circular de concreto que hace la función de compuerta. Que controla La salida del agua hacia los canales.

Actualmente todos estos manantiales tienen un buen caudal anual, creando algunos riachuelos como el riachuelo de Poroto, Polobaya, Huarisnayco, Mollebaya, Cahuiñan, Ospicio, Candabaya, etc. (Peña F, 2018: 29), entre otros riachuelos de periodo intermitente; estos pequeños ríos producto de los manantiales alimentan la actual represa de Uzuña.

La cadena del nevado Pichu Pichu en general tiende a dar una buena cantidad de agua permanente y anual a través de sus manantiales que son muy numerosos y que brotan a diferentes pisos altitudinales y que a la vez estos son producto de las lluvias (vertiente del pacifico) y deshielos que trasmina al subsuelo, también estas aguas son producto de la planicie alto andinas (laguna de salinas) y montañas ubicadas en el oriente o a espaldas del nevado Pichu Pichu, y que se encuentran en la vertiente occidental o vertiente del pacifico (Cárdenas L, et al, 2016: 14), siendo esta la razón por la cual estos ojos de agua brotan hacia este lado de los andes sudamericanos. En el trabajo de Fluker Peña para el INGEMET se cataloga algunos manantiales y quien dice: En la zona oriental de la ciudad de Arequipa, se evidencio manantiales de gran caudal, Yumina (206 Lt/seg), Ojo del Milagro 2 (114 Lt/seg), Ojo del Milagro 3 (98 Lt/seg), aforados en la inspección hidrogeológica de mayo 2016. Estos manantiales al igual que los manantiales de la Bedoya, Totorani, Tingo, Hospicio, poseen caudales que en principio mantienen su cantidad de descarga, a lo largo del año hidrológico, con variaciones mínimas, evidencias que no provienen de un reservorio pequeño, estos caudales provienen de un acuífero importante de flujos regionales a intermedios. Otros manantiales como Villa el Golf y Tetejon proviene de acuíferos distintos (Peña F, 2018: 41).

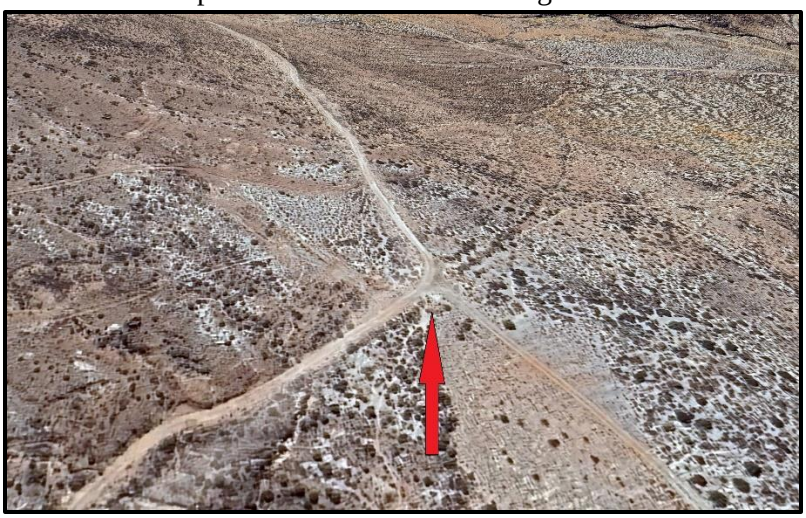
Estos manantiales son de Agua pura y cristalina, donde se refleja el sol radiante y se puede ver el fondo de los canales, como si no hubiera agua; son tan claras las aguas que llegan a brillar, proyectando o revotando los rayos de luz sobre la superficie del agua, la composición de minerales en el agua ayuda a este fenómeno. Es impactante ver este tipo de agua tan cristalina como si fuera una música hermosa. Este tipo de agua se merece ser estudiada y analizada en beneficio de las comunidades que se encuentran cercanas a ellas y alrededores; donde se podría vender o alquilar dichos recursos hídricos en privilegio de sus pobladores.

En conclusión, los manantiales son fuentes naturales de agua subterránea cruciales para los ecosistemas y el suministro de agua, para la agricultura y núcleos urbanos presentes y de las antiguas sociedades del pasado. Actualmente están bajo amenazas crecientes por el cambio climático, la contaminación, la urbanización y el sobreuso excesivo. Se precisa un monitoreo, análisis y estudio periódico para su protección y un manejo sostenible para garantizar su continuidad que es un factor fundamental.

(Fig. 10) y (Fig. 11) Nótese la trasparencia del agua (cristalinas), viéndose la base o fondo del canal, como si no estuviera el agua allí. Foto izquierda en manantial de Timpure – Agua Buena (Fig. 11). Foto Derecha Manantial de Talamolle viejo – Talamolle (Fig. 10).

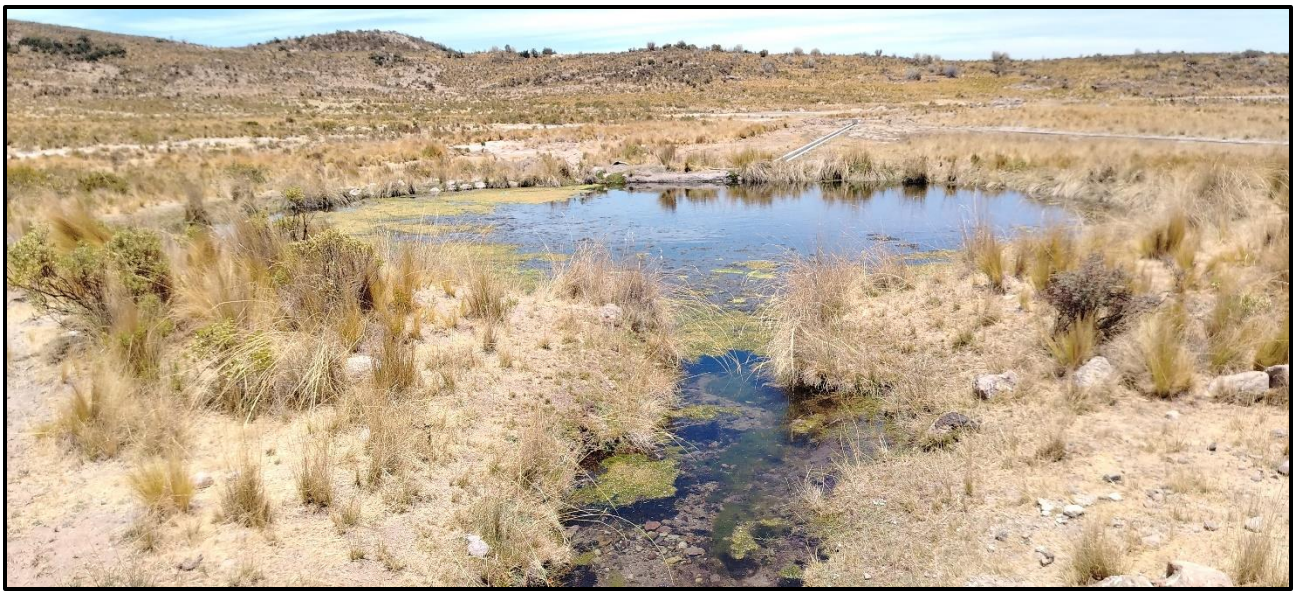
LAS BOCATOMAS son simples estructuras de tierra que en algunos casos están adosados con piedras a los costados como si fueran muros de encausamiento, todo esto ayuda para recolectar las aguas que salen de los manantiales (Fig. 5, 6), posiblemente este fue el mismo método de recolección de agua utilizado en el pasado por la sociedad Churajon, todo está agua recolectada termina en los reservorios de recolección. La existencia de manantiales unos cerca de otros, motivo a los antiguos pobladores a construir varias bocatomas, de las que partían canales hacia el canal madre o principal o talvez a un reservorio de recolección de donde se iniciaba la línea de conducción hacia el canal madre. Algunos manantiales han sido identificados en la zona de Aguabuena, Totorani provincia de Polobaya (AQP) y Talamolle provincia de Puquina (MQG), cerca de la represa de Uzuña, al otro lado (dirección Este) de la carretera asfaltada actual.

LOS SALTOS DE AGUA son un tipo de caídas de agua y es evidente su uso en los canales, que ayudaban a romper la fuerza del agua de los manantiales en sus puntos más altos (p.p 2, parr. 4) (fig. 9). Debiendo existir una gran cantidad de estos saltos de agua en sitios específicos, y que cuya función era el de frenar la fuerza del agua y así evitando la ruptura de los canales, y también el de pasar de una cota de altitud alta hacia otra más baja. En el complejo arqueológico de Churajon era el punto más bajo de canal, y en dicho complejo arqueológico seria el punto más alto de canal con una altitud 3230 m.s.n.m por donde pasaba los canales, (UTM 253360.35 E, 8158085.03 S) (Fig. 12) por lo tanto se tenía un desnivel aproximado entre 250 y 300 mt, de altura en comparación con las fuentes de agua.



⬅ (Fig. 12) punto más alto registrado de canal dentro del complejo arqueológico de Churajon (3230 m.s.n.m). carretera de trocha en dirección del centro administrativo de Churajon (derecha) y el caserío de Paranay y Tasata (izquierda).

Los manantiales ubicados en el sector de Aguabuena se encuentran una altura de 3,514 m.s.n.m, como el Ojo de Timpure (UTM 256008.61 E, 8168428.07 S). Otro manantial cerca del de Timpure es el de Chusumulle que se encuentra (UTM 255761.56 E, 8167565.69 S) a unos 882 m, en línea recta del pozo de Timpure; con una altura de 3,451 m.s.n.m donde también se presenta filtración de agua o manantial creado una especie de bofedales alrededor de este (Fig. 13).



⬆ (Fig. 13) Manantial de Chusumulle, que por ser una zona más plana se tiende a formar una especie de bofedales alrededor; el agua en este sector ha sido canalizada en canales de concreto (nótese al fondo) y un pequeño reservorio de recolección de agua.

El agua, líquido elemento fundamental para la vida cotidiana de todo ser vivo en nuestro planeta, los antiguos pobladores de Sudamérica y Mesoamérica, no solo usaban el agua como un simple uso, ellos tendían adorar este elemento. Hoy en día esta costumbre de adorar, venerar, etc. se ha perdido, el venerar el agua a mi modo de ver, era una forma de dar gracias por este elemento, así como a otros elementos, constelaciones, animales, plantas, etc. (el fuego, el aire, el sol, la luna, las estrellas, maíz, camélidos, etc.). Las antiguas sociedades americanas eran pueblos muy agradecidos por todo elemento y vida que la madre tierra (mamapacha) nos brindaba, estas costumbres hoy en día se han perdido, generalmente vivimos el diario vivir y no damos gracias por todo lo que la vida nos brinda.

La gratitud, es la cualidad de ser agradecido de una manera individual o grupal, y que consiste en apreciar los aspectos (no materialistas) de la vida y la voluntad de reconocer que los demás seres y elementos materiales desempeñan un papel en nuestro planeta junto con nosotros como especie humana. La gratitud es una emoción fuertemente relacionada con la salud mental, la satisfacción vital, el optimismo, la autoestima, las relaciones sociales y la felicidad que perdura a lo largo de la vida. El ser agradecido es una habilidad esencial para lograr el autoconocimiento, autogestión y un óptimo bienestar de salud.

A mi punto de vista, los pueblos prehispánicos conocían este don de la gratitud y de acuerdo a su idiosincrasia ellos tendían a agradecer atreves de la veneración. A la llegada del español a las américas ellos vieron esta costumbre como una especie de culto aberrante y sin sentido (idolatría) y por lo tanto debería ser erradicada y convertida de acuerdo a su religión y fe (cristianismo) que ellos profesaban; un error garrafal para las sociedades americanas, que casi terminó con la pérdida total de estas costumbres. Estas costumbres antiguas milenarias actualmente se continúan practicando en algunas comunidades alto andinas, con un toque cristiano producto de la mezcla y mestizaje de nuestra sociedad (europea española y autóctona americanas).

Vivimos actualmente en una sociedad muy materialista donde el dinero es el punto o pauta fundamental, donde mucha gente vive como autómatas (comen, trabajan y duermen) y repiten la misma rutina todos los días sin tener sentido de la gratitud, es por eso que pienso y creo que mientras menos la gente no se conecte con su entorno y no practique la gratitud es como sentirse vacíos, vivir la vida sin sentido, nos induce a la decadencia, los vicios, perversiones, etc.

Sería bueno el rescatar e incentivar este tipo de costumbres casi perdidas en el tiempo, en beneficio de nosotros mismos y nuestra sociedad. El saber venerar o agradecer a todo lo que nos rodea y que brinda la misma vida.

Un pueblo agradecido por las bondades que nos da la vida, es un pueblo o sociedad prospera en la vida.

La prosperidad de una sociedad se da por los valores y respeto (educación) que dan y reciben entre ellos mismos y hacia otros dentro y fuera de su sociedad, así como a la misma naturaleza y otros seres vivos quienes nos rodean.
Una sociedad rica es una sociedad con valores positivos fuertes, como la justicia, la cooperación, la responsabilidad, la honestidad y el respeto, que fomentan el bienestar colectivo y el orden, más allá de la mera riqueza material, la cual por sí sola no garantiza una vida plena o justa. Estos valores impulsan el desarrollo sostenible y la cohesión social, creando un entorno donde las personas prosperan individual y colectivamente, con énfasis en el bien común y la ética.

A de señalar que actualmente se reconoce días culturales (Perú) como día de la canción criolla, del músico, del ceviche, anticucho, día de los muertos, Halloween, el inti raymi etc. estos días festivos modernos serian una forma de gratitud por el evento que se tiene o alimento que se consume.

No era de extrañar que los primeros conquistadores se sintieron admirados por las sociedades americanas en general, justamente por que vieron y se dieron cuenta que eran sociedades civilizadas muy diferentes a la de ellos. Tanto así que los reyes de España reconocieron a la nobleza de las américas con sus títulos y abolengo dándoles títulos nobiliarios de acuerdo al estándar europeo que muchos de ellos tenían.

En conclusión, el culto al agua era una forma de agradecer por este líquido elemento fundamental para el desarrollo de la vida en nuestro planeta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agüero Roger. Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales. Organización panamericana de la salud. Lima – Perú. 2004.

2. Arias Salguero Mario Enrique. Manantiales. Universidad de costa rica. San José de costa rica - Costa Rica. 2018.

3. Bernedo Málaga Leónidas. La cultura Puquina. Ediciones de la dirección de educación artística y extensión cultural. primera edición, Lima – Perú. 1949.

4. Cárdenas Villena Lizeth Anani, Alberto Campos Delgadillo, Lourdes Chang Cristóbal, Juan Pablo Mariluz Silva, Fernando Martín Mejía Vargas, Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar, Michael William Pacherres Cayotopa, Gastón Pantoja Tapia. "Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos". MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). Lima - Perú. 2016.

5. Carrión Cachot Rebeca. El culto al agua en el antiguo Perú - La paccha, elemento cultural pan-andino. Editor: Instituto Nacional de Cultura del Perú. Segunda edición. Lima Perú. 2005.

6. Castro Carrera F, La Motta, E.J. Herramientas gráficas de diseño para determinar la pendiente mínima de auto limpieza en tuberías de alcantarillado sanitario de pequeño diámetro. Revista ingeniería del agua N° 24, p.p 49 – 63, Nueva Orleans, Luisiana, USA. 2017.

7. Domínguez García Tejero, Francisco. Acequias de Riego. Editor: Ministerio de agricultura. N° 15, Madrid – España, 1950.

8. Edmundo Varas B. Jorge Sandoval H. Manual de riego. Serie Quilamapu n° 28. Instituto de investigaciones agropecuarias estación experimental Quilamapu. Chillan – Chile. 1991.

9. Espín Piñar Rocío, Ortiz Moreno Eduardo, Guzmán Álvarez José Ramón, Cabrera Peña José Daniel. Manual del Acequiero. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Andalucía España. 2010.

10. Domingo Agustín Martin. Apuntes de mecánica de fluidos. Universidad politécnica de Madrid. San Francisco Departamentos en "E.T.S. Arquitectura. Madrid - España - 2011.

11. French Richard H. HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM México D. F, México. 1988.

12. González Villarreal Fernando Jorge, Carrillo Sosa Juan Javier, Mastache Mendoza Víctor Ignacio, Cerón Mayo Ana Rocío. Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB). Capítulo 6. Instituto de Ingeniería, UNAM. p.p 258, 266, 267. México D.F, - México. 2014.

13. Hugo Darío Pasinato. fundamentos de mecánica de fluidos**.** Regional Académica Confluencia Universidad Tecnológica Nacional - U.T.N. Alto Valle (Neuquén/Río Negro), Argentina - 2008.

14. NSDPRO. Guía de diseño e instalación de drenaje. Revista informativa de cálculo de drenaje instalada en situ. Linsay, California - USA. 2007

15. Peña Laureano Fluker. Perímetros de protección de los manantiales ubicados en la zona oriental de Arequipa**.** INGEMMET, informe técnico n° A6799. Arequipa – Perú. 2018.

16. Ruiz Romero Javier Erison. Introducción a la ingeniería hidráulica en la costa norte del Perú durante el período prehispánico. Revista Notas Históricas y Geográficas N° 22, p.p 137 – 157. Valparaíso chile. 2019.

17. RNIA: Red Nacional de Información Acuícola. Totorani, Polobaya, Arequipa – Perú 2020. https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/6.-Infraestr-Acuic-TOTORANI-AREQUIPA.pdf

18. Zeballos Paul Jofrey. El sistema hidráulico en el complejo arqueológico de Churajon. Researchgate.net. Arequipa – Peru, 2025. https://www.researchgate.net/publication/393980742_El_SISTEMA_HIDRAULICO_EN_EL_COMPLEJO_ARQUEOLOGICO_DE_CHURAJON